

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開  
⑫ 公開特許公報 (A) 昭58—151087

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 S 3/18

識別記号

庁内整理番号  
7377—5F

④ 公開 昭和58年(1983)9月8日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ 半導体レーザ装置

① 特 願 昭57—33646

② 出 願 昭57(1982)3月3日

⑦ 発 明 者 鈴木与志雄

武蔵野市緑町3丁目9番11号日  
本電信電話公社武蔵野電気通信  
研究所内

⑦ 発 明 者 野口悦男

武蔵野市緑町3丁目9番11号日  
本電信電話公社武蔵野電気通信

研究所内

⑦ 発 明 者 永井治男

武蔵野市緑町3丁目9番11号日  
本電信電話公社武蔵野電気通信  
研究所内

⑦ 発 明 者 中野好典

武蔵野市緑町3丁目9番11号日  
本電信電話公社武蔵野電気通信  
研究所内

⑩ 出 願 人 日本電信電話公社

⑭ 代 理 人 弁理士 田中正治

明 細 書

1. 発明の名称 半導体レーザ装置
2. 特許請求の範囲

半導体基板上に、クラッド層としての半導体層を含む複数の半導体層が半導体レーザダイオードを構成すべく積層されてなる第1の積層部と、複数の半導体層が変調用縦型バイポーラトランジスタを構成すべく積層されてなる第2の積層部とが、上記半導体レーザダイオードと上記変調用縦型バイポーラトランジスタとの直列回路を構成すべく積層されてなる、ストライプ状積層体が形成され、且複数の半導体層が積層されてなる埋込用積層体が、上記ストライプ状積層体の側面に連続して形成され、

上記埋込用積層体が、上記半導体レーザダイオードにバイアス電流を供給する為の、上記第1の積層部のクラッド層としての半導体層に連続させるバイアス電流供給用半導体層を含むことを特徴とする半導体レーザ装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、変調電流の供給を受けて変調されたレーザ発振光が得られるという機能を呈する半導体レーザ装置に関する。

斯種半導体レーザ装置として、従来、半導体レーザダイオードと変調用トランジスタとが、それ等に対して共通の半導体基板上に形成され、而してその半導体レーザダイオードに変調用トランジスタを介して所要のバイアス電流を供給せる状態で、変調用トランジスタを変調電流によつて制御することにより、半導体レーザダイオードに供給せるバイアス電流を変調せしめ、これにより半導体レーザダイオードより変調されたレーザ発振光を得る様に構成されたものが提案されている。

然し乍ら、斯る従来の半導体レーザ装置の場合、半導体レーザダイオードに対するバイアス電流を変調用トランジスタを介して供給する様になされているので、変調用トランジスタを、半導体レーザダイオードに必要とされる比較的大なるバイアス電流を通じ得るに十分な大なる

電流容量を有するものとして構成するを要し、この為変調用トランジスタが大型化し、これに伴い半導体レーザ装置が全体として大型化する欠点を有していた。

又、変調用トランジスタを、半導体レーザダイオードに必要とされる比較的大なるバイアス電流を供給せしめている状態で、変調電流によつて制御する様になされているので、その変調電流として大なる振幅を有するものを要すると共に、斯く変調電流が大なる振幅を有するとしてもバイアス電流を大なる変化率を以つて変調し得ず、この為大なる変化率を以つてレーザ発振光を変調し得ない等の欠点を有していた。

依つて、本発明は上述せる欠点のない、新規な半導体レーザ装置を提案せんとするもので、以下図面を伴つて評述する所より明らかとなるであろう。

第1図は、本発明による半導体レーザ装置の一例を示し、例えばInP結晶でなるN型の半導体基板1上に、クラッド層としての例えばInP

結晶でなるN型の半導体層2と、活性層としての例えば $Ga_{0.26}In_{0.74}As_{0.54}P_{0.44}$  4元混晶の如きGaInAsP系混晶でなる半導体層3と、他のクラッド層としての例えばInP結晶でなるP型の半導体層4とが半導体レーザダイオードDを構成すべく積層されてなる積層部Aと、エミッタ層としての例えばInP結晶でなるN型の半導体層5と、ベース層としての例えばGaInAsP系混晶でなるP型の半導体層6と、コレクタ層としての例えばInP結晶でなるN型の半導体層7とがNPN型の変調用縦型バイポーラトランジスタTを構成すべく積層されてなる積層部Bとが、半導体レーザダイオードDとNPN型の変調用縦型バイポーラトランジスタTとの直列回路を構成すべく、例えばInP結晶でなるP<sup>+</sup>型の半導体層8と例えばInP結晶でなるN<sup>+</sup>型の半導体層9とがそれ等の順に積層されてなる連結用積層部Cを介して積層されてなる、断面メサ型にしてストライプ状に延長延伸せるストライプ状積層体Eが、それ自体は公知の液相エピタキ

シャル成長法、<sup>従く</sup>フォトリソグラフィ法によつて形成されている。この場合、ストライプ状積層体Eは、少くともその積層部Aを構成せる半導体層3が、そのストライプ状に延長せる方向と直交する相対向する端面を有し、而してそれ等端面上にフアブリベロの反射面を形成してなる構成を有するものである。

尚、図に於ては、ストライプ状積層体Eが、積層部Aの半導体層2の厚さ方向の途上より始まっている構成を有する場合が示されているが、半導体基板1の厚さ方向の途上より始まっている構成とすることも出来るものである。

而して、ストライプ状積層体E内に、その積層部Bの上面側より半導体層6に達する深さのP型の半導体領域10が、ベース引出用領域として形成されている。

又ストライプ状積層体Eの上面に、積層部Bの半導体層7にオーミックに連絡せる電極11が、作動用電極として設けられ、又、半導体領域10にオーミックに連絡せる電極12が制御

用電極として設けられている。尚14はストライプ状積層体Eの上面上に設けられた絶縁層を示す。

更に半導体基板1に、ストライプ状積層体E側とは反対側の面側に於て、電極11及び12に対して共通の電極13がオーミックに附されている。

又、半導体基板1上に、例えばInP結晶でなるP型の半導体層21と、例えばInP結晶でなるN型の半導体層22と、例えばGaInAsP系混晶でなるP型の半導体層23と、例えばInP結晶でなるN型の半導体層24と、例えばInP結晶でなるP型の半導体層25とがそれ等の順に積層されてなる埋込用積層体Fが、それ自体は公知の液相エピタキシャル成長法によつて、ストライプ状積層体Eの側面に連続して形成されている。

この場合、埋込用積層体Fはストライプ状積層体Eが、図示の如く、積層部Aの半導体層2の厚さ方向の途上より始まっている構成を有す

る場合、半導体層2の断面メサ型にしてストライプ状に延長している部以外の部を介して、半導体基板1上に形成されているものであるが、半導体層23が横層部Aの半導体層4とのみその側面に連繋する様に、又半導体層21及び22を以つてそれ等間に形成せるPN接合が横層部Aの半導体層4の側面に終結する様に、更に半導体層24及び25を以つてそれ等間に形成せるPN接合が横層部Bの半導体層5又は9（図に於ては、半導体層5）の側面に終結する様に、尚更に半導体層25の上面がストライプ状横層体Eの上面と同じ平面上にある様に、半導体層21～25の厚さが適定されている。

又、差込用横層体Fに、その上面側より、半導体層23の上面を一部外部に露呈せしめる切欠26が形成され、而して半導体層23の上面の切欠26にて外部に露呈せる部上に電極27が、電極としてバイアス供給用オーミックに附されている。

以上が、本発明による半導体装置の一例構成であるが、斯る構成に於て、そのストライプ状

横層体Eを構成せる、半導体層2、3及び4を含んで構成せる横層部A自体の構成は、従来提案されている半導体レーザダイオードにみられると同様の構成を有する。従つて、詳細説明はこれを省略するも、半導体層3に半導体層2及び4を通じて所要のバイアス電流が供給されれば、レーザ発振をなし、それに基づきレーザ発振光を半導体層3の相対向する端面の何れか一方又は双方を過つて外部に出射せしめるという、従来提案されている半導体レーザダイオードで得られると同様の半導体レーザダイオードとしての機能を呈し、又、この場合、半導体層3に供給するバイアス電流が変調信号によつて変調されていれば、レーザ発振光が変調信号によつて変調されたものとして得られるという機能を呈するものである。

又ストライプ状横層体Eを構成せる、半導体層5、6及び7を含んで構成せる横層部B自体の構成も、従来提案されているNPN型の縦型バイポーラトランジスタにみられると同様の構

成を有する。従つて、詳細説明はこれを省略するも、半導体層5及び7間に半導体層7側を正とせる電源を接続せる状態で半導体層6に半導体層7を通じて変調電流が供給されれば、変調電流に応じて変調された電流を、半導体層5及び7間に接続せる電源より、半導体層5、6及び7を過つて流すという、従来提案されているNPN型の縦型バイポーラトランジスタで得られると同様の縦型バイポーラトランジスタとしての機能を呈するものである。

更にストライプ状横層体Eを構成せる、差込用横層部Fは、それを構成せる半導体層8及び9が夫々 $P^+$ 型及び $N^+$ 型を有するので、横層部A及びBを連結する為の半導体層として機能を呈するものである。

従つて第1図に示す本発明による半導体レーザ装置の一例構成によれば、第2図に示す如く、ストライプ状横層体Eを構成せる横層部Aを以つて構成された半導体レーザダイオードDと、横層部Bを以つて構成されたNPN型の縦型バ

イポーラトランジスタTとが、同じ極性の向きを以つて連結用横層部Fを介して、直列に接続されてなる直列回路を構成し、そしてその直列回路の両端即ち縦型バイポーラトランジスタTのコレクタ（半導体層7）及び半導体レーザダイオードDのカソード（半導体基板1乃至半導体層2）が電極11及び13に導出され、又縦型バイポーラトランジスタTのベース（半導体層6）が電極12に導出されてなる構成を有するものである。

又、半導体層21～25を含んで構成せる差込用横層体Fは、その半導体層23を介してストライプ状横層体Eを構成せる横層部Aの半導体層3に外部よりバイアス電流を供給せしめる機能を有し乍ら、ストライプ状横層体Eを保護している機能を有するものである。

即ち、第1図に示す半導体レーザ装置は、後述する如く、電極11及び13間に電極11側を正とする作動用電源31が、又電極12及び13間に変調用電流源32が接続されて使用さ

れるものであるが、斯く作動用電源31及び変調用電源32が接続されても、半導体層25につきみると、それが、縦型バイポーラトランジスタTを構成せる積層部Bに接続しているとしても、その半導体層25を積層部Bを構成せる半導体層5、6及び7に比し大なる比抵抗を有するものとして形成し置くことにより、半導体層25を通る電流が実質的に存しないものである。又半導体層24につきみると、それが、縦型バイポーラトランジスタTの一部を構成せる半導体層5及び連結用積層部Cに接続しているとしても、半導体層5が半導体層24と同じN型であり、又連結用積層部Cが前述せる如く、導体層としての機能を有するので、半導体層24を通る電流が実質的に存しないものである。更に半導体層21、22、23及び24につきみると、それ等がNPNP型構体を構成して、そのNPNP型構体が半導体レーザダイオードDを構成せる積層部Aに接続しているも、そのNPNP型構体が、電極11及び

13間に接続される作動用電源31に対して逆極性となつて、半導体層21及び22間のPN接合と半導体層23及び24間のPN接合とを含んでいるので、NPNP型構体を通る電流が実質的に存しないものである。

又、後述する如く、電極27及び13間に、電極27側を正とするバイアス用電源33が接続された場合、そのバイアス用電源33より、電極27、半導体層23、積層部Aの半導体層4、3及び2、半導体基板1、及び電極13を、それ等に通る電流が、積層部Aを含んで構成せる半導体レーザダイオードDのバイアス電流として流れるものである。

尚、この場合、半導体層23下に、半導体レーザダイオードDの一部を構成せる半導体層4に接続せる半導体層22と、半導体レーザダイオードDの他部を構成せる半導体層2及び3に接続せる半導体層21とがそれ等の間に積層せるPN型構成体を有するも、そのPN型構成体が、電極27及び13間に接続されるバイアス

用電源33に対して逆極性のPN接合を含んでいるので、そのPN型構成体を半導体層23を介して流れんとする電流が実質的に存しないものである。又半導体層23上に、半導体レーザダイオードDの一部を構成せる半導体層4、連結用積層部C及び縦型バイポーラトランジスタTの一部を構成せる半導体層5に接続せる半導体層24と、縦型バイポーラトランジスタTを構成せる半導体層5、6及び7に接続せる半導体層25とがそれ等の間に積層せるPN型構成体を有するも、そのPN型構成体が、電極27及び13間に接続されるバイアス用電源33に対して逆極性のPN接合を含んでいるので、そのPN型構成体を半導体層23を介して流れんとする電流が実質的に存しないものである。

従つて、挿込用積層体Fは、半導体層23を介して、ストライプ状積層体Eを構成せる積層部Aの半導体層3に外部よりバイアス電流を供給せしめる機能を有し乍ら、ストライプ状積層体Eを保護している機能を有するものである。

又、挿込用積層体Fを構成せる半導体層23は、それを介して積層部Aにバイアス電流を供給せしめるものであるので、バイアス<sup>電流</sup>供給用半導体層として機能するものである。

以上よりして、第1図に示す本発明による半導体レーザ装置の構成によれば、これを、電極11及び13間に、電極11側を正とする作動用電源31を、電極12及び13間に変調用電源32を、電極27及び13間にバイアス用電源33を接続して使用すれば、積層部Aを含んで構成せる半導体レーザダイオードDに、挿込用積層体Fを構成せる半導体層23を介して、バイアス用電源33よりバイアス電流が供給され、<sup>構成せる縦型バイポーラトランジスタTを介して、</sup>積層部Bを含んで作動用電源31よりバイアス電流が供給され、従つて、半導体レーザダイオードDに、半導体層23を介してのバイアス電流と縦型バイポーラトランジスタTを介してのバイアス電流との重畳電流が供給されるものである。

又縦型バイポーラトランジスタTを構成せる

半導体層6に、半導体領域10、半導体層5、  
連結用積層部C、積層部A及び半導体基板1を  
介して変調電流源32よりの変調電流が供給さ  
れるものである。即ち縦型バイポーラトランジ  
スタTのベースに半導体レーザダイオードDを  
介して変調電流が供給されるものである。従つ  
て、縦型バイポーラトランジスタTが変調電流  
により制御されるものである。この為、上述せ  
る如くに、半導体レーザダイオードDに、縦型  
バイポーラトランジスタTを介して供給される  
バイアス電流が、変調電流源32よりの変調電  
流により変調されるものである。

依つて、半導体レーザダイオードDより変調  
されたレーザ発振光が得られるものである。

斯く、第1図に示す本発明による半導体レー  
ザ装置によれば、半導体レーザダイオードDよ  
り変調されたレーザ発振光を得ることが出来る  
が、この場合、半導体レーザダイオードDに対  
するバイアス電流が、変調用縦型バイポーラト  
ランジスタTの外半導体層23を介して供給さ

れる様になされているので、変調用縦型バイポ  
ーラトランジスタTを従来の変調用トランジス  
タの場合の如くに大なる電流容量を有するもの  
として構成<sup>する</sup>を要さず、事実第1図に示す如くに、  
半導体レーザダイオードDを構成せる積層部A  
と積層部Bを有する積層部Bで構成されている  
ものである。一方半導体レーザダイオードDに  
対するバイアス電流を供給する為の半導体層  
23を有するとしても、それが掘込用積層体F  
の一部を構成せるものとして存しているだけで  
あるので、その半導体層23によつて半導体レ  
ーザ装置が全体として大型化することないもの  
である。従つて本発明による半導体レーザ装置  
によれば、それを全体として従来の半導体レー  
ザ装置に比し格段的に小型密実化し得る特徴を  
有するものである。

又本発明による半導体レーザ装置によれば、  
変調用縦型バイポーラトランジスタTには、半  
導体レーザダイオードDに必要とされるバイア  
ス電流の全ての如き大なるバイアス電流を流す

必要がないので、半導体レーザダイオードDに  
供給すべき変調用縦型バイポーラトランジスタ  
Tを流す電流を、小なる振幅を有する変調電  
流で、大なる変換率を以つて効果的に変調し得、  
依つて大なる変換率を以つてレーザ発振光を変  
調し得る等の大なる特徴を有するものである。

尚、上述に於ては、本発明の一例を示したに  
留まり、積層部Bを構成せる半導体層5、6及  
び7を夫々P、N及びP型に変更し、積層部B  
を以つて構成せる変調用縦型バイポーラトラン  
ジスタTをPNP型とし、之に応じて連結用積  
層部Cを省略せる構成とすることも出来、又半  
導体レーザダイオードDを構成せる積層部Aを  
変調用縦型バイポーラトランジスタTを構成せ  
る積層部B上に置換構成せる構成とすることも出来、  
その他本発明の精神を脱することなしに種々の  
変型変更をなし得るであろう。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による半導体レーザ装置の一  
例を示す略線的断面図、第2図はその等価回路

を示す接続図である。

- |             |       |                                   |
|-------------|-------|-----------------------------------|
| 1           | … … … | 半導体基板                             |
| E           | … … … | ストライプ状積層体                         |
| A,B         | … … … | ストライプ状積層体Bを構成せる積層部                |
| C           | … … … | ストライプ状積層体Eを構成せる連結用積層部             |
| 2,3,4       | … … … | 積層部Aを構成せる半導体層                     |
| 5,6,7       | … … … | 積層部Bを構成せる半導体層                     |
| 8,9         | … … … | 連結用積層部Cを構成せる半導体層                  |
| D           | … … … | 半導体レーザダイオード                       |
| T           | … … … | 変調用縦型バイポーラトランジスタ                  |
| F           | … … … | 掘込用積層体                            |
| 21,22,24,25 | … … … | 掘込用積層体Fを構成せる半導体層                  |
| 23          | … … … | 掘込用積層体Fを構成せるバイアス電流供給用半導体層としての半導体層 |

1	1	… … …	作動用電極
1	2	… … …	制御用電極
1	3	… … …	共通電極
2	7	… … …	バイアス電流供給用電極

代理人 井堀士 田中正治